COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 JANVIER 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

« Après la lecture du procès-verbal, **M. Dumas** prie l'Académie de permettre qu'il lui adresse ses remercîments pour l'honneur dont il vient d'être l'objet de sa part.

» Quoique sa nomination aux fonctions de Secrétaire perpétuel n'ait pas encore reçu l'approbation de Sa Majesté, il espère que l'Académie voudra bien accepter dès aujourd'hui l'expression de sa profonde reconnaissance, ainsi que celle de son entier dévouement à ses intérêts, et qu'elle en autorisera l'insertion au procès-verbal de la séance actuelle. »

M. le Président rappelle à l'Académie la perte douloureuse qu'elle a faite, depuis la dernière séance, dans la personne de *M. Serres*, décédé le 22 janvier. Les obsèques ont eu lieu le 25 ; M. Andral a pris la parole au nom de l'Académie des Sciences, M. Chevreul au nom du Muséum d'Histoire naturelle.

M. Becquerel rappelle que l'une des dernières pensées de M. Serres a été pour l'Académie, pour le Muséum, et pour les progrès ultérieurs de la science auxquels il a désiré contribuer par des legs importants.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Réponse à la communication de* M. de Pontécoulant; *par* **M. Chasles.**

« J'ai dit, en répondant aux premières critiques du P. Secchi, que M. Grant avait écrit en astronome. Je puis croire que c'est cette observation imprudente, dont je n'ai pas prévu les conséquences, qui a éveillé l'attention de M. de Pontécoulant, et l'a porté à adresser à l'Académie un travail qui paraît fort ancien, car il ne concerne que les masses des planètes données par Pascal dans une des quatre Notes qui ont été le sujet de ma première communication (séance du 15 juillet), et il n'y est même nullement question des densités des planètes qui se trouvent dans la communication suivante (22 juillet). En outre, ce travail paraît antérieur aux communications de M. R. Grant, car M. de Pontécoulant paraît ignorer que les objections qu'il adresse à l'Académie ont déjà été le sujet de ces communications, auxquelles j'ai répondu. Je pourrais me borner à cette seule réflexion. Je vais cependant faire quelques remarques sur ce travail.

» M. de Pontécoulant donne d'abord la formule qui résulte des deux Notes de Pascal sur le calcul du rapport des masses des planètes à celle du Soleil, et il fait observer que cette formule coïncide avec celle de Newton.

» Il ajoute qu' « il est *bien évident* que quand bien même Pascal, par la » force de son génie, serait parvenu à la formule, il n'aurait pu en faire » *aucun usage*, faute des données astronomiques nécessaires. » M. de Pontécoulant admet-il dès ce moment, ou se propose-t-il de prouver cette prétendue *évidence?* Je ne saurais le dire.

» Quant aux masses de Jupiter, de Saturne et de la Terre, que Pascal exprime par les nombres

$$\frac{1}{1067}, \quad \frac{1}{3021}, \quad \frac{1}{169282},$$

M. de Pontécoulant dit que c'est là « que la falsification apparaît dans » toute son évidence. » Voici les preuves qu'il en donne.

» 1° La masse de Jupiter est celle qu'a trouvée Newton.

» 2° La masse de Saturne diffère très-peu de celle de Newton. Il y a ici une légère inadvertance, car le nombre de Newton est absolument le même que celui de Pascal. M. de Pontécoulant ajoute que le calcul demande que l'on connaisse la distance du 6e satellite au centre de la planète, « distance » que Pascal ne pouvait connaître ». C'est l'objection de MM. Grant et Secchi, à laquelle j'ai répondu en produisant les Lettres de Galilée.

» 3° Enfin, au sujet de la masse de la Terre, M. de Pontécoulant fait un raisonnement dont je ne vois pas bien le sens.

» Il dit que la formule ne pouvait donner, au temps de Pascal, le nombre $\frac{1}{169282}$, qui est double à peu près de la valeur actuelle de la masse de la Terre : « une pareille erreur, ajoute-t-il, étant beaucoup trop forte pour » être attribuée à Pascal dans un temps où tous les éléments du système » solaire étaient à peu près aussi bien connus qu'ils le sont aujourd'hui. » Dans un autre passage, M. de Pontécoulant avait déjà dit : « De pareilles » erreurs sont difficiles à admettre chez un homme tel que Pascal, qu'on » doit supposer parfaitement au courant des connaissances astronomiques » de son temps. »

» Ainsi, M. de Pontécoulant pense que pour attribuer le nombre $\frac{1}{169282}$ à Pascal, il faut admettre qu'il n'était pas au courant des données astronomiques de son temps, parce que s'il les eût connues il aurait trouvé un nombre plus exact.

» D'où il conclut que les Notes qui renferment la formule ne sont pas de Pascal.

» Ce raisonnement me paraît infirmé par Newton lui-même, dont M. de Pontécoulant prend la défense contre Pascal; car dans la première édition des *Principes*, Newton conclut de la même formule un nombre beaucoup plus inexact que celui de Pascal, et dans la troisième édition de 1726, il adopte le nombre même de Pascal.

» Comment M. de Pontécoulant entend-il que les données astronomiques connues au temps de Pascal devaient donner un résultat plus exact que celles du temps de Newton?

» Quoi qu'il en soit, M. de Pontécoulant conclut que « les prétendues » Lettres de Pascal ne sont point sorties de la plume de ce grand homme, » qu'elles ont été écrites dans un temps beaucoup postérieur à l'apparition » du livre des *Principes;* que cette prétendue correspondance ne saurait » mériter un examen sérieux de tout homme initié aux premières notions » de la théorie du système du monde. »

» Est-ce bien cela que M. de Pontécoulant a prouvé, comme il le croit? »

ÉCONOMIE RURALE. — *Recherches chimiques sur la respiration des animaux d'une ferme* (suite). — *Influence du régime alimentaire.* — *Étude comparative de la respiration des veaux élevés au pâturage et des veaux nourris au lait; par* **M. J. Reiset** (1).

« Dans une série d'expériences publiées en 1863 (2), j'ai plus particulièrement étudié la respiration des animaux ordinaires d'une ferme.

» Cette étude présentait, suivant moi, un grand intérêt agronomique, car elle devait fournir de très-utiles renseignements pour diriger l'hygiène et l'alimentation du bétail.

» Les dimensions de mon appareil m'ont permis alors d'opérer sur des moutons adultes, sur des veaux, sur des animaux de l'espèce porcine, sur de grosses volailles, et j'ai établi par ces expériences quelles sont les variations de composition que ces divers animaux font subir à l'air atmosphérique dans un espace confiné.

» Pendant la respiration des moutons et des veaux une proportion très-considérable d'*hydrogène protocarboné* se retrouve toujours dans l'ensemble des gaz exhalés. Cette production de l'hydrogène carboné a lieu régulièrement et dans les conditions normales; ce fait général m'a paru lié d'une manière absolue à l'alimentation ordinaire des ruminants et aux actes qui accompagnent les phénomènes de la digestion.

» Pour éclairer cette question, il convenait d'étudier la respiration des ruminants, en cherchant les moyens de faire varier la nature de leurs aliments. Les veaux devaient se prêter parfaitement à ce système d'expériences; exclusivement *herbivores* après leur premier âge, ils peuvent être considérés comme de véritables *carnivores*, tant que l'on continue à les nourrir avec le lait, soit pour les élever, soit pour les amener à l'état d'engraissement. J'ai donc pu comparer les produits exhalés par ces *ruminants* sous l'influence de deux régimes alimentaires très-différents.

» Je reproduis le tableau des expériences faites sur des veaux élevés au pâturage.

Veaux au pâturage.

Expérience I. — Un veau mâle de 5 mois; poids 62 kilogrammes.

Experience II. — Un veau mâle de 9 mois; poids 115 kilogrammes.

---

(1) Bien que l'ensemble des trois communications de M. Reiset dépasse les limites réglementaires, l'Académie a décidé qu'elles seraient reproduites en entier au *Compte rendu*.

(2) *Comptes rendus*, t. LVI, p. 740.

Expérience III. — Le même veau déjà soumis à l'expérience précédente; poids 115 kilogrammes.

Ces animaux pâturaient en liberté dans un bon herbage.

	I.	II.	III.
Poids de l'oxygène consommé	433^{gr},559	629^{gr},692	719^{gr},317
Poids de l'acide carbonique produit	513,453	747,162	859,458
Poids de l'oxygène contenu dans l'acide carbonique	373,420	543,390	625,060
Poids du carbone brûlé par heure	10,668	17,928	16,038
Poids de l'azote exhalé pendant l'expérience	3,576	3,848	4,349
Poids de l'azote exhalé par vingt-quatre heures	6,535	6,517	7,141
Poids de l'oxygène consommé par heure	33,012	55,380	49,218
Poids de l'oxygène consommé en une heure par 1 kilogramme de l'animal	0,533	0,481	0,428
Rapport entre le poids de l'azote exhalé et celui de l'oxygène consommé	0,0081	0,0061	0,0060
Volume de l'hydrogène protocarboné exhalé	14^{lit},526	16^{lit},413	20^{lit},381
Hydrogène protocarboné exhalé par heure	1,106	1,444	1,394
Oxygène retrouvé dans l'acide carbonique	86,13 } 100	86,29 } 100	86,89 } 100
Oxygène fixé autrement	13,87	13,71	13,11
Durée de l'expérience	13^{h}8^m	11^{h}22^m	14^{h}37^m

» Les expériences qui précèdent montrent que chez les veaux *herbivores* le phénomène de la respiration s'accomplit avec une exhalation d'azote et une production normale d'*hydrogène protocarboné*. Le volume de ce dernier gaz a été en moyenne de 1^{lit},315 par heure; le poids de l'azote exhalé en vingt-quatre heures étant de 6^{gr},731, on voit que le rapport entre le poids de l'oxygène contenu dans l'acide carbonique et le poids de l'oxygène consommé reste constant dans les trois expériences : pour 100 d'oxygène consommé, on en retrouve en moyenne 86,44 dans l'acide carbonique.

» J'ai résumé dans les tableaux qui suivent les résultats de cinq expériences faites sur les veaux maintenus au régime exclusif du lait :

Veaux nourris au laitage.

Expérience I. — Veau de 27 jours, une génisse, recevant pour toute nourriture, depuis sa naissance, du lait caillé après écrémage ou *mattes*. Son poids est de 65 kilogrammes. Un petit panier constamment maintenu au bout du museau empêche l'animal de manger la paille de sa litière.

Expérience II. — Veau de l'expérience précédente, toujours au même régime. Il est âgé de 45 jours et pèse 90 kilogrammes.

Expérience III. — Le même veau, âgé de 51 jours. Son poids est de 102 kilogrammes avant l'expérience.

Le régime alimentaire se compose exclusivement de lait caillé et écrémé.

	I.		II.		III.	
	gr		gr		gr	
Poids de l'oxygène consommé	537,883		631,117		687,827	
Poids de l'acide carbonique produit	641,405		763,633		142,487	
Poids de l'oxygène contenu dans l'acide carb.	466.476		555,369		612,717	
Poids du carbone brûlé par heure	16,983		18,430		20,125	
Poids de l'azote exhalé pendant l'expérience.	5,311		7,199		4,139	
Poids de l'azote exhalé en vingt-quatre heures.	12,375		15,289		8,700	
Poids de l'oxygène consommé par heure...	52,220		55,851		60,245	
Poids de l'oxygène consommé en une heure par 1 kilogramme de l'animal	0,803		0,620		0,590	
Rapport entre le poids de l'azote et celui de l'oxygène consommé	0,0098		0,0114		0,0060	
Volume d'hydrogène exhalé sans mélange de gaz carboné	2^{lit},066		1^{lit},258 (1)		1^{lit},157 (1)	
Oxygène retrouvé dans l'acide carbonique...	86,72	100	87,99	100	89,08	100
Oxygène fixé autrement	13,28		12,01		10,92	
Durée de l'expérience	$10^h\,18^m$		$11^h\,18^m$		$11^h\,25^m$	

Veau ne buvant que du lait.

Expérience I. — Veau âgé de 40 jours, buvant depuis sa naissance le lait de sa mère. Le poids de ce veau, déjà gras, est de 102 kilogrammes.

Expérience II. — Le même veau à 45 jours. Son poids est de 112 kilogrammes au moment d'entrer dans l'appareil, après avoir bu du lait.

Un panier maintenu au bout du museau empêche l'animal de manger la paille de sa litière.

	I.		II.	
	gr		gr	
Poids de l'oxygène consommé	720,910		829,406	
Poids de l'acide carbonique produit	797,358		929,296	
Poids de l'oxygène contenu dans l'acide carbonique. .	579,896		675,851	
Poids du carbone brûlé par heure	19,739		21,817	
Poids de l'azote pendant l'expérience	2,456		3,817	
Poids de l'azote exhalé en vingt-quatre heures	5,350		7,865	
Poids de l'oxygène consommé par heure	65,540		71,400	
Poids de l'oxygène consommé en une heure par 1 kilogramme de l'animal	0,642		0,639	
Rapport entre le poids de l'azote exhalé et celui de l'oxygène consommé	0,0034		0,00459	
Traces de gaz combustible impossible à doser.				
Oxygène retrouvé dans l'acide carbonique	80,44	100	81,54	100
Oxygène fixé autrement	19,56		18,46	
Durée de l'expérience	$11^h\,1^m$		$11^h\,37^m$	

(1) Dans les expériences II et III, l'hydrogène était mélangé avec des *traces* de gaz carboné.

» En examinant ces tableaux, on voit que chez les veaux ne buvant que du *laitage* et privés de nourriture végétale, la nature des produits gazeux de la respiration se rapproche de ceux qui sont exhalés par les *carnivores*.

» La production de l'hydrogène protocarboné devient absolument nulle. Il est très-vraisemblable que ce gaz ne prend naissance qu'au sein des masses alimentaires de nature végétale en voie de fermentation et d'élaboration dans le premier estomac, lorsque les ruminants sont à leur régime habituel. Je crois intéressant de rappeler ici qu'en étudiant la formation des *fumiers* j'ai toujours observé un dégagement abondant d'hydrogène protocarboné et d'azote lorsque la fermentation et la décomposition des matières végétales ou animales s'effectuent à l'abri de l'oxygène atmosphérique.

» Je suis ainsi amené à penser que le développement de l'hydrogène protocarboné dans l'estomac des ruminants est dû à un phénomène de combustion incomplète, et j'ajouterai que ce gaz se retrouve toujours en proportions considérables chez les animaux qui succombent à la suite de l'indigestion gazeuse connue sous le nom de *météorisation*.

» L'exhalation de l'azote a été très-considérable et presque doublée, alors que les animaux ont reçu pour toute nourriture du lait caillé privé de beurre. Ce régime est en effet beaucoup trop riche en matières azotées, et l'analyse des produits de la respiration peut expliquer le succès d'une pratique mise en usage dans nos fermes : quand les veaux sont à l'engraissement, on mélange souvent le lait ou le lait caillé avec une certaine quantité de riz bien cuit. Cette substance *hydro-carbonée*, ajoutée aux aliments, fournit à la respiration des principes facilement combustibles et ménage ainsi la destruction des matières plastiques riches en azote.

» On voit encore que le rapport entre le poids de l'oxygène contenu dans l'acide carbonique et le poids de l'oxygène consommé a varié très-considérablement : pour 100 d'oxygène consommé, on en retrouve en moyenne 88 dans l'acide carbonique produit par les veaux nourris avec le lait caillé privé de beurre, et 81 seulement par les veaux buvant du lait naturel.

» Ces nouvelles expériences confirment cette *conclusion générale* déduite de nos premières recherches, savoir que *les produits de la respiration dépendent bien plus de la nature des aliments que de l'espèce animale.* «

ÉCONOMIE RURALE. — *Étude des gaz produits pendant la météorisation des ruminants. Application à la thérapeutique vétérinaire; par* **M. J. Reiset.**

« La *météorisation* fait chaque année de nombreuses victimes parmi les ruminants nourris au pâturage.

» Cette maladie est souvent foudroyante, et les bergers doivent apporter la plus grande vigilance quand les troupeaux pâturent les luzernes ou les jeunes trèfles. Une demi-heure suffit pour mettre deux ou trois cents bêtes en danger de mort. Aux premiers symptômes de gonflement, les animaux doivent être promptement retirés du pâturage; la diète pendant quelques heures peut souvent enrayer le mal, mais on voit parfois le gonflement augmenter avec une rapidité effrayante; la suffocation arrive, et l'animal ne tarde pas à succomber, si on n'a pu lui porter secours en temps utile.

» L'introduction de la sonde œsophagienne peut amener, dans certains cas, le dégagement des gaz par la bouche, surtout chez les animaux de la race bovine; chez les moutons, on parvient quelquefois à les soulager assez rapidement en pressant énergiquement les flancs avec les mains.

» Enfin, dans nos campagnes, les bergers ont ordinairement des *breuvages* et des remèdes plus ou moins secrets qu'ils infligent aux pauvres bêtes. Beaucoup de ces remèdes sont inefficaces ou dangereux, et il faut avouer que les cultivateurs restent à cet égard dans une ignorance à peu près complète.

» Pour éclairer la thérapeutique vétérinaire, il importe surtout de connaître exactement la nature des gaz qui amènent, par leur développement, la distension et même la rupture des organes.

» J'ai pu recueillir ces gaz dans des conditions exceptionnelles de pureté sur une vache météorisée, au moment où elle venait de mourir dans ma ferme.

» Cette vache, au pâturage dans un trèfle, au mois de juin, commençait à gonfler vers 6 heures du matin, et elle succombait en moins de deux heures, malgré les soins qui lui furent prodigués.

» Un tube métallique sous forme de *trocart* fut immédiatement enfoncé dans le *rumen*, et le gaz put être recueilli avec la plus grande facilité sur une cuve à mercure. On avait d'abord constaté avec le manomètre que les gaz contenus dans l'estomac distendu de cette vache avaient une tension représentée par 63 millimètres de mercure, la pression atmosphérique étant de $753^{mm},6$.

» Le gaz, analysé avec tous les soins convenables dans notre eudiomètre, avait la composition suivante :

Acide carbonique	74,33
Hydrogène protocarboné	23,46
Azote	2,21
	100,00

» Ce gaz ne contenait ni oxygène ni hydrogène sulfuré.

» Dans le gaz d'un mouton météorisé on a trouvé 76 pour 100 d'acide carbonique.

» Ces résultats analytiques enseignent d'une manière très-précise le traitement à suivre.

» Dans un cas de *météorisation*, il convient d'absorber le plus promptement possible l'acide carbonique, dont la proportion représente les trois quarts du volume des gaz qui déterminent le gonflement.

» L'emploi des *alcalins* est donc tout naturellement indiqué.

» On administre parfois avec succès l'alcali volatil ou ammoniaque, mais il est à craindre que le carbonate d'ammoniaque formé ne reste à l'état gazeux dans l'estomac et ne produise qu'une *condensation imparfaite*.

» Dans les ouvrages traitant de médecine vétérinaire, on recommande encore l'usage de potions au savon, du chlorure de chaux, de la lessive de cendres. L'emploi de ces médicaments est rationnel et peut avoir son utilité. Il semblerait toutefois préférable d'avoir recours à des alcalis fixes et puissants. Je crois donc devoir signaler à l'attention des agriculteurs et des vétérinaires la magnésie calcinée et même le sucrate de chaux, comme pouvant soulager immédiatement l'animal par une *condensation rapide de l'acide carbonique*.

» Déterminer exactement la dose nécessaire d'alcalis caustiques pour obtenir cette condensation, sans altérer les membranes de l'estomac, me paraît une question du plus grand intérêt pour l'économie du bétail. On mettra ainsi entre les mains des cultivateurs un moyen facile et sûr de combattre une maladie qui peut frapper soudainement un nombreux troupeau. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Note sur la production du gaz nitreux pendant la marche des fermentations dans les distilleries. Dosage des proportions d'ammoniaque contenues dans le jus de la betterave; par* **M. J. Reiset.**

« Les praticiens qui s'occupent de la distillation des betteraves redoutent

comme un accident très-grave la production du *gaz nitreux* pendant la fermentation des jus sucrés. On observe presque toujours ce trouble dans la marche du travail dès que les jus sucrés ne contiennent plus une proportion convenable d'acides libres. Les fermentations deviennent alors languissantes; du gaz nitreux se dégage en abondance dans les cuves; enfin, après ce dégagement de gaz nitreux, que l'on ne s'explique pas encore, la fermentation alcoolique s'arrête ordinairement pour ne plus reparaître, quelles que soient d'ailleurs les quantités de levûre ajoutées dans ces cuves. Le ferment lactique se développe, il domine, et le sucre passe rapidement à l'état d'acide lactique. J'ai pu ainsi constater que des jus, qui ne contenaient que 2 grammes d'acides libres avant cette fermentation, arrivaient rapidement à une proportion de 8 à 10 grammes par litre, sans avoir ajouté aucune nouvelle proportion d'acide.

» Pour obtenir une marche régulière dans le travail de la distillerie et de bonnes fermentations franchement alcooliques, j'ai établi d'une manière générale, par une série d'observations alcalimétriques continuées pendant plusieurs campagnes, que les jus doivent renfermer une quantité d'acides libres correspondant à 3 grammes d'acide sulfurique monohydraté par litre de jus provenant de la macération.

» On voit que, dans une distillerie bien conduite, il convient de régler méthodiquement les proportions de l'acide sulfurique, employé trop souvent sans discernement, comme un remède à tous les accidents qui peuvent survenir dans la fabrication.

» En cherchant à déterminer la nature des bases que contient le jus normal de la betterave, on trouve que l'ammoniaque, sans doute combinée avec des acides faibles, peut saturer à elle seule la presque totalité de l'acide sulfurique ajouté pendant les opérations.

» Pour doser l'ammoniaque dans le jus naturel de la betterave, j'ai employé la méthode indiquée par M. Boussingault. Cette méthode rapide, dont on connaît la précision et la sensibilité, trouve chaque jour de nouvelles applications : 30 ou 50 centimètres cubes de jus sucré étaient introduits dans l'appareil distillatoire, contenant 1 litre d'eau distillée parfaitement pure; on ajoutait au mélange 5 centimètres cubes de potasse à 40 degrés, puis on procédait à la distillation en recueillant successivement 2 volumes de 200 centimètres cubes chacun; la proportion d'ammoniaque se trouvant déduite en saturant, par les produits de cette distillation fractionnée, un volume connu d'acide sulfurique titré.

» Voici quelques-uns des résultats analytiques.

» Un litre de jus obtenu par la pression de betteraves rapées a fourni :

	gr 0,772	d'ammoniaque (AzH^3),
	0,441	»
	0,544	»
	0,534	»
	0,740	»
	0,775	»
En moyenne...	0,634	»

» Cette quantité varie suivant la nature des racines et suivant l'engrais contenu dans le sol où elles ont végété.

» Recherchant l'ammoniaque dans les vinasses qui servent à de nouvelles macérations de la betterave dans le procédé de M. Champonnois, j'ai trouvé en moyenne $0^{gr},485$ d'ammoniaque (AzH^3) par litre de vinasse.

» Le volume de ces résidus, en roulement dans la fabrication, contient ainsi à peu près exactement la quantité d'ammoniaque apportée chaque jour par les racines mises en macération.

» On a souvent cherché à expliquer la formation du gaz nitreux pendant la fermentation des cuves par une décomposition des nitrates, qui se retrouvent dans les jus. Mais comment admettre alors, avec tous les praticiens, qu'un traitement par l'acide sulfurique soit le remède *infaillible* contre cet accident. Pensant, au contraire, que l'on doit attribuer la *production du gaz nitreux* à un phénomène d'oxydation de l'ammoniaque, quand cet alcali ne se trouve pas saturé par un acide énergique, comme l'acide sulfurique, j'ai réglé l'emploi de cet acide en tenant surtout compte de la présence de l'ammoniaque dans les racines.

» Cette observation, mise en pratique depuis trois ans dans la distillerie d'Écorcheboeuf, a donné d'excellents résultats; les *fermentations nitreuses* ne se produisent plus que très-rarement et tout à fait par exception.

» Dans un Mémoire *sur la fabrication du sucre de betteraves*, MM. Leplay et Cuisinier (1) ont indiqué « que, en faisant bouillir les jus et sirops de » betterave pendant un temps plus ou moins prolongé en présence des » alcalis caustiques, potasse, soude et chaux, les *matières azotées* sont » décomposées et qu'il se dégage de l'ammoniaque. »

» Les auteurs ne paraissent pas avoir soupçonné que cette ammoniaque pouvait préexister dans le jus naturel des racines, avant toute décompo-

(1) *Comptes rendus*, t. LX, p. 221; année 1865.

sition des matières azotées; toutefois, ils ont calculé qu'une fabrique de sucre produisant 1000 hectolitres de jus par jour était susceptible de donner jusqu'à 300 kilogrammes de sulfate d'ammoniaque par jour.

» Cette quantité de sulfate d'ammoniaque correspond à $0^{gr},770$ d'ammoniaque (AzH^3) par litre de jus.

» On voit que ce résultat industriel se rapproche beaucoup des nombres que j'ai trouvés par l'analyse directe des jus naturels.

» Pour éviter une perte préjudiciable aux intérêts de l'industrie manufacturière et agricole, nous devons espérer que les auteurs réaliseront le projet qu'ils avaient annoncé d'étudier une disposition spéciale d'appareils pour recueillir l'ammoniaque dégagée pendant les premiers temps de l'évaporation des jus. »

« **M. Milne Edwards** ajoute que l'on ne se ferait pas une idée juste des expériences intéressantes de M. Reiset, si l'on supposait qu'elles ne portent que sur les produits de la respiration, ou même sur des gaz qui seraient en réalité *exhalés* de l'organisme. Les gaz dégagés par les animaux soumis aux expériences de M. Reiset proviennent évidemment de deux sources parfaitement distinctes, savoir : 1° de l'exhalation respiratoire qui verse au dehors les produits volatiles ou gazeux élaborés dans la profondeur de l'organisme et charriés par le sang; 2° de la fermentation des matières alimentaires introduites dans le tube digestif et non encore absorbées. Ces gaz intestinaux ou gastriques ne sont pas des produits physiologiques; ils naissent dans l'estomac ou dans l'intestin, comme ils naîtraient dans tout autre vase où les phénomènes chimiques du même ordre se développeraient, et ils ne sont pas exhalés par l'organisme, mais simplement évacués au dehors par la bouche ou par l'anus. Il est probable que la totalité de l'hydrogène carboné et de l'acide sulfhydrique que l'on a trouvée mêlée à l'acide carbonique et à l'azote exhalés par les poumons n'a pas d'autre source, et doit être considérée comme étant complétement étrangère au travail respiratoire qui a son siége dans les profondeurs de l'organisme. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Essais sur la réduction du niobium et du tantale; par* **M. L. Marignac.**

« Le fluoniobate de potasse est réduit sans difficulté par le sodium dans un creuset en fer forgé. Mais le produit de cette opération n'est point le niobium lui-même, mais un alliage de ce corps et de sodium, ou plutôt un

niobure de sodium, qui reste disséminé dans la masse fondue à l'état d'une poudre noire.

» En présence de l'eau, ce composé se détruit avec un très-faible dégagement d'hydrogène et se transforme en niobure d'hydrogène, renfermant environ 1 pour 100 d'hydrogène, correspondant par conséquent à la formule NbH. Le composé reste d'ailleurs souillé d'une certaine quantité de composés oxygénés du niobium, dont je n'ai pu parvenir à le débarrasser complétement; on ne parvient qu'à en éliminer la plus grande partie en le faisant digérer avec de l'acide fluorhydrique étendu, mais on perd ainsi une proportion considérable du produit, qui se dissout aussi dans cet acide.

» Aussi ce produit ne subit-il qu'une augmentation de poids de 37 à 38 pour 100 en se convertissant en acide niobique par le grillage, tandis que le calcul exigerait 41 pour 100. Il y a loin toutefois de ce résultat à celui qu'avait obtenu H. Rose en réduisant par le sodium un composé qui renfermait évidemment encore de l'oxygène. Son niobium ne gagnait que 21 à 22 pour 100 d'oxygène par le grillage; c'était certainement un protoxyde de niobium NbO, qui doit absorber 21,8 pour 100 d'oxygène.

» Ce niobure d'hydrogène est une poudre noire, excessivement ténue, dont la densité a varié de 6 à 6,6. Inattaquable par l'acide chlorhydrique, l'acide azotique et l'acide sulfurique étendu, il peut être attaqué et dissous par l'acide sulfurique concentré et bouillant, par les bisulfates alcalins en fusion, par l'ébullition avec les alcalis caustiques, et surtout par l'acide fluorhydrique, même étendu d'eau. Chauffé au contact de l'air, il entre en ignition, et se convertit promptement en acide niobique.

» Cet hydrure est très-stable. Maintenu au rouge blanc pendant une heure, dans un courant d'hydrogène, il en retenait encore 0,9 pour 100. La faible diminution dans la proportion de cet élément n'était même peut-être due qu'à ce que je n'avais pas réussi à éliminer les dernières traces d'air de l'appareil. Il n'avait subi aucune agglomération, seulement sa densité s'était élevée à 7,37.

» J'ai essayé de réduire la fluoniobate de potasse par le magnésium; je ne cite cet essai que pour signaler la violente détonation qui l'a terminé.

» La réduction par l'aluminium dans un creuset de graphite, ou dans un creuset brasqué, donne lieu à un niobure d'aluminium, $NbAl^3$, que l'on obtient comme résidu en traitant par l'acide chlorhydrique le culot d'aluminium dans lequel il est disséminé.

» Ce composé se présente sous la forme d'une poudre éminemment cristalline, d'un gris de fer, jouissant d'un éclat métallique très-prononcé, mais

se réduisant facilement en une poussière presque noire. Sa densité est de 4,45 à 4,52.

» Il offre à peu près les mêmes propriétés que le composé précédent, seulement il est un peu plus attaquable par les acides et peut être dissous par une ébullition prolongée avec l'acide chlorhydrique concentré. En revanche il est bien moins combustible et ne s'oxyde que très-incomplétement par le grillage.

» L'oxydation de ce composé par le bisulfate de potasse en fusion et son analyse donnent le moyen de déterminer directement la composition de l'acide niobique. En déduisant du poids de la matière analysée celui de l'aluminium et d'une très-petite quantité de silicium dosés à l'état d'alumine et d'acide silicique, j'ai obtenu dans deux essais, pour 100 parties de niobium, 141,9 et 142,7 d'acide niobique, résultats parfaitement conformes à la composition que j'ai attribuée à cet acide : le calcul indique en effet 142,5.

» Les essais de Berzélius et de H. Rose, sur la réduction du fluotantalate de potasse par le sodium, ayant donné des résultats tout à fait semblables à ceux que j'ai obtenus avec le fluoniobate, je n'ai pas essayé de répéter cette expérience. Mais j'ai étudié la réduction de ce sel par l'aluminium. Elle se passe exactement comme celle du fluoniobate, et l'on obtient une combinaison de tantale et d'aluminium, dont la composition correspond à la formule $TaAl^3$.

» C'est aussi une poudre cristalline à éclat métallique, d'un gris de fer, donnant une poussière noire, dont la densité est de 7,02. Elle est presque inattaquable par l'acide chlorhydrique, se dissout facilement dans l'acide fluorhydrique, ne s'oxyde presque pas par le grillage.

» Le résultat général qui me paraît établi par ces recherches consiste dans une nouvelle confirmation de l'analogie, souvent signalée déjà, entre le niobium, le tantale et le silicium. La résistance aux acides autres que l'acide fluorhydrique, l'existence et la stabilité du niobure d'hydrogène, et le fait que les combinaisons de ces corps avec l'aluminium se laissent facilement réduire en une poussière noire non métallique, tendent à exclure ces éléments de la classe des métaux. Il me paraît impossible de ne pas réunir dans un même groupe ces deux corps et le silicium, auquel s'adjoignent naturellement le titane et le zirconium.

» Or il est à remarquer que le mode de constitution des principales combinaisons de ces divers éléments n'est point le même, ou, pour employer le terme maintenant usité, ils n'ont pas la même atomicité. Le niobium et le

tantale sont des éléments pentatomiques, tandis que les autres corps du même groupe sont tétratomiques.

» Cette considération, jointe à d'autres faits analogues qu'il serait superflu de rappeler, me fait croire qu'il ne serait pas sans inconvénient de vouloir faire, du caractère tiré de l'atomicité des éléments, la base fondamentale et exclusive de la classification chimique. On est amené par là en effet à rapprocher des corps qui offrent sous tous les autres rapports les plus grandes différences et à séparer au contraire ceux dont les analogies sont les plus manifestes. La réunion de l'argent aux métaux alcalins, par exemple, ne me paraît pas plus justifiée que ne le serait la séparation du silicium et du niobium. »

« **M. H. Sainte-Claire Deville**, après avoir présenté la Note de M. de Marignac, fait remarquer qu'elle donne la raison des recherches infructueuses faites par beaucoup de chimistes et par lui-même en particulier pour l'extraction du niobium à l'état cristallisé.

» En faisant, il y a quelques années, ces tentatives, il a produit deux substances très-belles et très-intéressantes, sans doute, dont il ne peut, faute de temps, s'occuper en ce moment. Il recommande ces matières à l'attention des chimistes.

» 1° En chauffant à une température de 1200 degrés environ du niobate de potasse avec un petit excès de carbonate de potasse dans un creuset de graphite, on obtient une masse saline fondue, au milieu de laquelle se détachent de très-beaux cubes noirs dont les angles ont été trouvés de 90 degrés. Traités par l'acide fluorhydrique, ces cubes ne se dissolvent pas, ce qui permet de les séparer de la matière qui les enveloppe. A cet état de pureté, le chlore attaque ces cristaux en donnant un petit résidu d'acide niobique et un mélange de chlorure et d'oxychlorure de niobium, peut-être celui qui a été découvert récemment par M. Delafontaine.

» Dans la préparation de ce corps, il faut avoir soin d'entourer le creuset de graphite d'un mélange de rutile et de charbon, lequel absorbe l'azote des gaz du foyer.

» 2° En effet, quand on calcine sans prendre cette précaution, le niobate de potasse, en portant la température aussi haut que possible, la matière du creuset de graphite réduisant la potasse et l'acide niobique, on obtient des cristaux prismatiques d'une magnifique couleur bronze foncé, qui sont sans doute l'azoto-carbure de niobium analogue aux cristaux de titane dont M. Wöhler a donné une si belle analyse. »

M. Clausius, en adressant à l'Académie la traduction française de sa « Théorie mécanique de la chaleur », joint à cet envoi la Note suivante :

« J'ai eu l'honneur, en 1864 et 1867, de faire hommage à l'Académie de deux volumes qui contiennent une collection de Mémoires que j'ai publiés sur la *Théorie mécanique de la chaleur*. Les Mémoires contenus dans la première partie avaient pour but d'établir la théorie et de l'appliquer aux divers modes d'action de la chaleur et à la machine à vapeur. Ils forment dans cette collection, qui est complétée par des notes et des additions, un ensemble qui peut être considéré comme un traité de la théorie mécanique de la chaleur.

» M. Folie, de Liége, géomètre habile, connu par ses beaux travaux sur le mouvement des corps solides, a bien voulu faire la traduction française de la première partie, qui vient de paraître chez M. E. Lacroix. Cette traduction est faite avec le plus grand soin et rend mes idées avec beaucoup de précision et de clarté. Comme l'Académie a compté et compte encore parmi ses illustres Membres plusieurs savants qui ont contribué d'une manière éminente aux grands progrès que nos connaissances sur la chaleur ont accomplis dans ces derniers temps et dont est résultée la nouvelle théorie, j'ose espérer que cette traduction ne sera pas dépourvue d'intérêt pour elle, et je prends la liberté de lui en faire hommage au nom du traducteur.

» J'ajouterai que M. Folie s'occupe actuellement de la traduction de la seconde partie, qui traite de l'application qu'on peut faire de la théorie exposée dans la première partie aux phénomènes électriques, ainsi que d'une hypothèse sur la nature de la chaleur, et que, vraisemblablement, cette traduction paraîtra bientôt. »

Sir D. Brewster fait hommage à l'Académie de deux brochures imprimées en anglais : l'une de ces brochures est relative à l'Éducation scientifique dans les Écoles de l'Écosse ; l'autre est le Discours qu'il a prononcé, comme Président de la Société Royale d'Édimbourg, à l'ouverture de la session de 1867-68.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

TÉRATOLOGIE. — *Note sur le mode de formation des monstres syméliens;* par M. C. DARESTE.

(Commissaires : MM. Andral, Cloquet, Nélaton.)

« Le mode de formation des monstres syméliens, c'est-à-dire des monstres qui sont caractérisés par l'inversion et la fusion des membres postérieurs, est resté, jusqu'à présent, un problème sans solution.

» Meckel voyait, dans leur organisation, une preuve en faveur de la vieille idée de la monstruosité originelle.

» Is. Geoffroy Saint-Hilaire, en rappelant l'opinion de Meckel, ajoute : « Je ne puis partager l'opinion de l'illustre anatomiste allemand. J'ai cher-
» ché, dans son important Mémoire, des preuves à l'appui de l'idée qu'il
» soutient, et je n'ai trouvé qu'un argument qui me paraît d'une bien faible
» valeur : c'est l'impossibilité de puiser une explication satisfaisante dans la
» théorie de la formation accidentelle des monstruosités. Cette impossibi-
» lité est très-réelle, je l'avoue ; mais seulement relative à l'état présent de
» la science. »

» M. Cruveilhier, ayant eu l'occasion de disséquer plusieurs monstres syméliens, a cherché à établir que l'on pourrait expliquer la formation de cette monstruosité, en admettant que, dans les premiers temps de la vie intra-utérine, les deux membres inférieurs, y compris le bassin, auraient été soumis à deux forces agissant simultanément ou successivement : 1° à une force qui aurait imprimé à chacun de ces membres un mouvement de rotation en sens opposé sur leur axe, de dedans en dehors et d'avant en arrière, de manière que leur face postérieure serait devenue supérieure, et réciproquement; 2° à une force qui, pressant ensuite fortement les membres l'un contre l'autre, aurait déterminé leur fusion. Ces deux faits, l'inversion et la fusion des deux membres postérieurs, pourraient être les effets d'une même cause, c'est-à-dire d'une compression latérale qui, en agissant à la fois sur le bassin et sur les grands trochanters, ferait exécuter à ces membres un mouvement de rotation, en même temps qu'elle les appliquerait fortement l'un contre l'autre.

» Mes études sur la production artificielle des monstruosités m'ont permis de voir comment les choses se passent. J'ai constaté que les pressentiments de M. Cruveilhier étaient exacts, mais que, pour en tirer une expli-

cation complète, il faut y adjoindre certains éléments nouveaux qu'il était impossible de prévoir, et que l'observation seule pouvait révéler.

» L'inversion et la fusion des membres postérieurs résultent bien évidemment d'une pression latérale. Mais quelle est la cause de cette pression? J'ai constaté qu'un semblable événement se produit toutes les fois que la partie postérieure de l'amnios, ou ce que les embryologistes appellent le *capuchon caudal*, a éprouvé un retard dans son développement, et qu'elle reste appliquée sur la partie postérieure du corps au lieu de s'en éloigner par l'interposition du liquide amniotique.

» Dans de semblables conditions, lorsque les membres postérieurs qui apparaissent, comme des bourgeons, sur les côtés de l'extrémité postérieure du corps, prennent leur accroissement, ils sont nécessairement renversés, et viennent alors s'appliquer l'un contre l'autre par leurs faces externes. Si leur accroissement continue plus rapidement que celui de la cavité amniotique, les deux membres se presseront l'un contre l'autre par leurs faces externes, et finiront par s'unir en formant une véritable greffe par approche.

» Ces faits, constatés par l'observation, font dépendre la symélie d'un arrêt de développement de la partie postérieure de l'amnios. Quant à ce dernier fait en lui-même, je n'ai pu jusqu'à présent en déterminer la cause. Je puis ajouter cependant que les anomalies de l'amnios sont très-fréquentes, que cet organe est très-souvent frappé d'arrêt de développement, soit d'une manière générale, soit d'une manière partielle, et que ces anomalies de l'amnios sont l'une des causes les plus ordinaires des anomalies de l'embryon lui-même. J'ai déjà montré, dans un travail précédent, que les arrêts de développement qui portent sur l'amnios tout entier déterminent un certain nombre de monstruosités simples, fort diverses, mais presque toujours associées (ectromélies, célosomies et exencéphalies). L'arrêt de développement du capuchon caudal détermine la symélie. J'espère pouvoir prouver bientôt que l'arrêt de développement du capuchon céphalique détermine la cyclopie.

» Du reste, ces arrêts de développement de l'amnios, généraux ou partiels, peuvent n'avoir qu'une durée limitée. Après être restées appliquées, d'une manière anormale, sur certaines parties du corps de l'embryon, qu'elles compriment et arrêtent dans son développement, les parois de l'amnios peuvent s'éloigner et sécréter, comme d'ordinaire, le liquide amniotique. Dans ce cas, le membre unique du monstre symélien, formé par la fusion des deux membres postérieurs, pourra se développer d'une ma-

nière complète et produire les deux types monstrueux qu'Is. Geoffroy Saint-Hilaire a décrits sous les noms de *symélie* et d'*uromélie*. Au contraire, le type de la *sirénomélie*, dans lequel ce membre unique reste toujours fort incomplet, s'explique par la continuité d'une pression qui s'oppose à son entier développement.

» Un autre point capital dans la formation de la symélie, c'est que les anomalies qui la caractérisent se produisent dans l'embryon antérieurement à l'apparition des éléments définitifs des tissus et des organes. On obtient ainsi très-facilement l'explication de faits qu'il serait autrement fort difficile de concevoir. En effet, on a peine à comprendre comment les membres, complétement formés avec leurs os, leurs muscles, leurs nerfs, leurs vaisseaux, pourraient se renverser, s'appliquer l'un contre l'autre, et même se résorber en partie pour constituer l'organisation si étrange du membre unique des monstres syméliens. Toutes ces difficultés tombent devant ce fait, que l'inversion et la fusion des membres précèdent la formation des organes définitifs qui apparaissent d'emblée avec tous les caractères qui les éloignent du type normal. Au reste, ce type n'est pas spécial à la symélie : j'ai signalé, il y a deux ans, l'existence d'une loi très-générale, en vertu de laquelle toutes les anomalies un peu graves de l'organisation se déterminent dans l'embryon pendant cette première époque de la vie embryonnaire, où il n'est encore constitué que par un blastème homogène.

» Il suffit donc d'un simple défaut de parallélisme entre le développement de la partie postérieure de l'amnios et celui de la partie postérieure du corps de l'embryon pour produire l'une des monstruosités les plus graves. Mes études ne m'ont pas encore appris le point de départ de ce défaut de parallélisme. »

SÉRICICULTURE. — *Observations de sériciculture faites en 1867 dans les départements du sud-est, de l'est et du nord-est de la France; par* **M. F.-E. Guérin-Méneville.** (Extrait.)

(Renvoi à la Commission de Sériciculture.)

« Comme l'année dernière, la gattine (ou pébrine) a été observée dans des chambrées de races japonaises, qui ont cependant donné de bonnes récoltes, et elle a souvent attaqué des éducations faites avec des graines qui, examinées au microscope, n'avaient montré aucune trace de corpuscules.

» Des faits nombreux ont montré encore que des graines qui ont donné

de bonnes récoltes dans certaines localités, en ont donné de plus ou moins mauvaises, et ont même complétement échoué dans d'autres (1).

» En définitive, et quoique l'on ne puisse montrer *la cause* de l'épizootie des vers à soie, comme un chimiste montrerait une substance nouvelle, on peut dire que les nombreux faits, bien observés par des hommes savants et des hommes pratiques, conduisent logiquement à reconnaître, ainsi que je crois l'avoir établi le premier depuis que j'étudie la maladie dans le cabinet, et surtout dans la grande pratique :

» 1° Que les saisons étant évidemment déréglées depuis longtemps, ainsi que l'a reconnu récemment, et avec tant de raison, M. le Maréchal Vaillant, à la Société impériale d'Agriculture (*Bulletin*, 1866, p. 597) (2), la santé des mûriers, comme celle des autres végétaux, a été assez gravement influencée pour que la composition intime de la nourriture des vers soit modifiée de façon à produire l'épizootie actuelle;

» 2° Que les désordres remarqués chez les vers à soie et surtout les corpuscules, considérés comme caractéristiques et causes de leurs maladies (3), ne sont que des résultats de cet état morbide, de véritables phénomènes consécutifs, et nullement la cause de ces maladies.

» Si l'état modifié de la nourriture des vers à soie, constaté par les analyses des chimistes, n'est pas la cause unique de l'épidémie, il est impossible que l'on n'admette pas que c'est au moins une des causes de la maladie de nutrition qui les fait périr. Il est alors facile de comprendre comment il se

---

(1) M. le Maréchal Vaillant a observé des faits semblables et en a entretenu la Société impériale d'Agriculture dans sa séance du 27 août 1867.

(2) La recrudescence de l'épizootie des vers à soie a coïncidé avec celle de la maladie des pommes de terre, de la vigne, etc.

(3) Dès 1849 (*Comptes rendus*, 3 novembre 1849), j'avais découvert ces corpuscules dans les liquides des vers à soie atteints des maladies qui se terminent par la décomposition putride, et chez ceux qui meurent en se durcissant (par la muscardine).

Le Dr Chavannes, de Lausanne, savant très-consciencieux et très-habile éducateur de vers à soie, a rendu mon explication de la formation de ces corpuscules plus évidente que jamais, en les produisant à volonté. Il est parvenu à ce curieux et important résultat, en ajoutant à du sang de chenille sauvage (ou de ver à soie sain) un peu d'acide urique et hippurique. C'est cet acide qui se trouve en excès dans le sang des vers malades, ce qui est un premier phénomène consécutif. Celui-ci en amène un autre, l'arrêt du mouvement de reproduction des globules du sang, qui ne se renouvellent pas, parce que les corpuscules, qui proviennent de leurs nucleus, ne peuvent plus former, comme dans l'état de santé, les nouveaux globules qui entretiennent le mouvement vital, l'état physiologique, évidemment dérangé par une maladie de nutrition.

fait que des localités dans lesquelles les perturbations climatériques signalées plus haut ont été moins intenses, se trouvent dans des conditions plus ou moins favorables et donnent des récoltes plus ou moins saines.

» Que conclure de tout cela? C'est que la mesure adoptée par S. Exc. le Ministre de l'Agriculture, et qui consiste à encourager les petites éducations faites spécialement pour graine dans des localités peu ou point infectées, est le meilleur moyen pratique d'essayer de régénérer nos races françaises, et qu'il serait à désirer que les sériciculteurs, ne demandant pas toujours tout au Gouvernement, pussent former une vaste association pour développer cette excellente mesure. »

Sur la proposition de M. le Général **Morin**, M. Claude Bernard est adjoint à la Commission nommée dans la séance précédente pour examiner le Mémoire adressé par *M. Carret*, au sujet de l'influence qu'exerce, sur la santé, l'usage des poêles en fonte.

Cette Commission se compose ainsi de MM. Payen, Morin, Fremy, H. Sainte-Claire Deville, Bussy et Cl. Bernard.

M. Aubry adresse un Mémoire supplémentaire relatif à son « Système pour faire décrire aux trains de chemins de fer des courbes de petits rayons ».

(Commissaires : MM. Combes, Morin.)

M. Miergues adresse une nouvelle Note relative à sa pile à charbon, dans laquelle il supprime maintenant le vase de verre, en le remplaçant par un récipient de zinc amalgamé, au fond duquel il fixe un disque de caoutchouc.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Becquerel, Pouillet, Regnault.)

M. Mayeur adresse un travail ayant pour titre : « L'homme des champs, sa situation et ses besoins ».

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. Demeaux adresse une nouvelle Note relative aux affections diverses qui doivent être attribuées à la conception opérée pendant l'ivresse.

(Commissaires : MM. Cl. Bernard, Cloquet, Nélaton.)

M. Guillon adresse une Lettre relative à son travail sur la « Lithotritie généralisée ».

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics adresse le tome LX de la Collection des Brevets d'invention pris sous le régime de la loi de 1844, et le n° 8 du Catalogue.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La troisième édition d'un « Essai de Physiologie générale » par *M. J. Guérin;*

2° L'« Annuaire scientifique » publié par *M. Dehérain* (7e année, 1867).

M. Coste présente à l'Académie un ouvrage de *M. de la Blanchère* portant pour titre : « La Pêche et les Poissons. Nouveau Dictionnaire général des pêches », et indique en quelques mots le caractère de cet ouvrage.

M. Poiseuille écrit à l'Académie pour annoncer qu'il retire sa candidature à la place vacante dans la Section de Médecine et de Chirurgie.

Cette Lettre sera transmise à la Section de Médecine et de Chirurgie.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur le caractère biquadratique du nombre 2.* Note de **M. Halphen**, présentée par M. Bertrand. (Extrait.)

« Dans la première partie du Mémoire intitulé : *Theoria residuorum biquadraticorum*, Gauss a donné un théorème relatif au caractère biquadratique du nombre 2 pour les modules premiers de la forme $4\mu+1$, considérés comme somme de deux carrés. Jacobi a démontré ensuite ce théorème d'une manière plus simple. La présente Note a pour objet d'étendre ce théorème aux modules non premiers décomposables en deux carrés premiers entre eux.

» Soit p un nombre premier $4\mu+1$; il est égal à la somme de deux carrés

$$p = a^2 + b^2.$$

On prendra pour a la racine carrée de a^2, qui est de la forme $4l+1$, a^2 étant le carré impair. D'ailleurs, si f désigne une des deux racines de $z^2 \equiv -1 \pmod{p}$, on a

$$a^2 f^2 \equiv b^2 \pmod{p}.$$

Ayant choisi la racine f arbitrairement, on prend pour b la racine de b^2 qui donne $af \equiv b \pmod{p}$. Cela posé, le théorème de Gauss est représenté par la congruence

$$2^{\frac{p-1}{4}} \equiv f^{\frac{b}{2}} \pmod{p}.$$

Je désignerai par $\left(\left(\frac{x}{p}\right)\right)$ la quantité $x^{\frac{p-1}{4}} \pmod{p}$. Mais je préciserai ce nombre de la manière suivante : Je poserai toujours $\left(\left(\frac{x}{p}\right)\right) = 1, f, f^2$ ou f^3, nombres à l'un desquels $x^{\frac{p-1}{4}}$ est toujours congru $\pmod{p}$, x étant premier avec p. $\left(\left(\frac{x}{p}\right)\right)$ ne sera donc défini complétement que quand on aura fixé la racine f choisie de $z^2 \equiv -1 \pmod{p}$.

» Considérons un module P ne contenant que des facteurs premiers différents : $P = p p_1 p_2 \dots p_n$, tous ces facteurs étant de la forme $4l+1$. Soit F une racine commune aux congruences

$$z^2 \equiv -1 \pmod{p}, \quad z^2 \equiv -1 \pmod{p_1}, \dots, \quad z^2 \equiv -1 \pmod{p_n}.$$

» Considérons les valeurs des quantités $\left(\left(\frac{x}{p}\right)\right), \left(\left(\frac{x}{p_1}\right)\right), \dots, \left(\left(\frac{x}{p_n}\right)\right)$, relatives à cette racine F, et désignons par $\left(\left(\frac{x}{P}\right)\right)$ le produit de ces quantités. C'est à cette dernière quantité que se rapportera le théorème qui fait l'objet de cette Note. On dira que x appartient à la première, à la deuxième, à la troisième ou à la quatrième classe, suivant que l'exposant de la puissance de F à laquelle $\left(\left(\frac{x}{P}\right)\right)$ est égale, est 0, 1, 2 ou 3 (mod. 4). On voit aisément que chaque classe contiendra $\frac{(p-1)(p_1-1)\dots(p_n-1)}{4}$ nombres distincts, et que les $(p-1)(p_1-1)\dots(p_n-1)$ nombres premiers avec P trouveront chacun leur place dans ces classes. Cette répartition varie avec le choix de F, et plus encore que dans le cas d'un module premier, cas dans lequel Gauss l'a adoptée. Néanmois, il est aisé de voir que tout nombre qui appartient à la première ou à la troisième classe appartiendra toujours à l'une de ces deux classes, et de même pour les deux autres classes. On

voit encore qu'il y a $\frac{(p-1)(p_1-1)\ldots(p_n-1)}{2^{n+2}}$ nombres qui appartiennent toujours à la première classe, et autant qui appartiennent toujours à la troisième. Parmi les premiers, sont compris les $\frac{(p-1)(p_1-1)\ldots(p_n-1)}{2^{2n+2}}$ résidus biquadratiques.

» Le nombre P est décomposable en deux carrés de 2^n manières différentes. Je vais démontrer qu'à chaque décomposition $P = A^2 + B^2$, correspond un couple de valeurs de F égales et de signe contraire telles, que l'on a $AF \equiv \pm B$ (mod. P), congruence que j'écrirai : $AF \equiv B$ (mod. P); cette seconde congruence est aussi générale que la première, à cause de l'indétermination du signe de B. A est toujours la racine carrée de la forme $4l+1$ du carré impair A^2.

» Admettons que le théorème soit vrai pour le module $P_1 = p_1 p_2 \ldots p_n$, et prouvons qu'il subsiste pour le module $P = pP_1$. Soit donc

$$P_1 = A_1^2 + B_1^2$$

et F_1 le nombre qui donne

$$A_1 F_1 \equiv B_1 \pmod{P_1} \quad \text{et} \quad p = a^2 + b^2.$$

On déduira de là deux décompositions de P en deux carrés

$$P = (A_1 a + B_1 b)^2 + (A_1 b - B_1 a)^2,$$
$$P = (A_1 a - B_1 b)^2 + (A_1 b + B_1 a)^2.$$

Il suffit de considérer la seconde décomposition, qui contient la première lorsqu'on remplace b par $(-b)$. Ayant donc choisi une des valeurs de b, déterminons la racine f de $z^2 \equiv -1$ (mod. p) qui donne $af \equiv b$ (mod. p), a étant toujours de la forme $4l+1$.

» Posons

$$A = A_1 a - B_1 b, \quad B = A_1 b + B_1 a;$$

déterminons F par les congruences simultanées

$$F \equiv F_1 \pmod{P_1}, \quad F \equiv f \pmod{p},$$

et l'on aura

$$AF \equiv A_1 af - B_1 bf \equiv A_1 b + B_1 a \equiv B \pmod{p},$$
$$AF \equiv A_1 a F_1 - B_1 b F_1 \equiv A_1 b + B_1 a \equiv B \pmod{P_1},$$

et, p et q étant premiers entre eux,

$$AF \equiv B \pmod{P}.$$

D'ailleurs, le théorème étant démontré pour le cas où P_1 est premier, il est démontré général.

» Ces préliminaires étant posés, on peut énoncer le théorème suivant :

» F *étant la racine de la congruence* $z^2 \equiv -1 \pmod{P}$ *qui sert de base à la répartition des classes, et* $P = A^2 + B^2$ *étant la décomposition de* P *en deux carrés qui correspond à* F, *le nombre* 2 *appartient à la première, la deuxième, la troisième ou la quatrième classe, suivant que* B *est congru à* 0, 1, 2 *ou* 3 (mod. 4). *Les racines carrées* A *et* B *de* A^2 *et de* B^2 *sont choisies de telle sorte que* A *soit de la forme* $4l+1$, *et qu'elles satisfassent à la congruence* $AF \equiv B \pmod{P}$.

» Ce théorème peut s'exprimer algébriquement par la congruence

$$\left(\left(\frac{2}{P}\right)\right) \equiv F^{\frac{B}{2}} \pmod{P}.$$

D'après la définition de $\left(\left(\frac{x}{P}\right)\right)$, et le théorème de Gauss, on a

$$\left(\left(\frac{2}{P}\right)\right) \equiv F^{\frac{b}{2}+\frac{b_1}{2}+\ldots+\frac{b_n}{2}} \pmod{P}.$$

Il faut donc prouver simplement que l'on a

$$\frac{B}{2} \equiv \frac{b}{2} + \frac{b_1}{2} + \ldots + \frac{b_n}{2} \pmod{4}.$$

Si l'on considère, comme précédemment, P comme le produit de P_1 par p, on a

$$B = A_1 b + B_1 a,$$

et comme A_1 et a sont congrus à 1 (mod. 4), il en résulte

$$\frac{B}{2} \equiv \frac{B_1}{2} + \frac{b}{2} \pmod{4}.$$

De même, si l'on considère P_1 comme résultant du produit de p_1 par $P_2 = p_2 p_3 \ldots p_n$, on aura

$$\frac{B_1}{2} \equiv \frac{B_2}{2} + \frac{b_1}{2} \pmod{4},$$

et ainsi de suite. Si l'on additionne membre à membre toutes les congruences ainsi obtenues, on obtiendra celle qu'il fallait démontrer.

» Le théorème subsiste dans le cas où le module contient des facteurs premiers égaux entre eux, pourvu que l'on ne considère que des décompositions de ce module en deux carrés premiers entre eux ; mais la démonstration, quoique fort simple, dépasserait les limites de cet extrait. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur la dissociation* (suite). Note de **M. H. Debray**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« L'efflorescence est un cas particulier du phénomène de dissociation découvert par M. H. Sainte-Claire Deville.

» En effet, lorsqu'on mesure la tension de la vapeur d'eau émise par un sel hydraté dans un espace vide, on constate que cette tension varie avec la température, mais qu'elle est constante pour une température déterminée. Si, après avoir échauffé le sel, on le laisse revenir à une température inférieure, la tension de la vapeur diminue, parce que le sel effleuri absorbe rapidement une partie de l'eau dégagée, et reprend la valeur qu'elle avait acquise dans la période d'échauffement pour cette même température.

» Un sel hydraté a donc pour chaque température une *tension de dissociation* qui est mesurée par la force élastique de la vapeur d'eau qu'il émet à cette température.

» On s'explique maintenant avec facilité la condition d'efflorescence ou d'hydratation d'un sel effleuri placé dans une atmosphère illimitée. La pression de l'air n'ayant pas d'influence sensible sur la tension des vapeurs qui s'y forment, un sel s'effleurit lorsque la tension de sa vapeur est supérieure à celle de la vapeur d'eau existant dans l'atmosphère, à la température de l'expérience; au contraire un sel effleuri s'hydrate dans l'air si la force élastique de la vapeur contenue dans l'atmosphère est supérieure à celle qu'émet, à la même température, le sel effleuri.

» Les sels hydratés qui ne s'effleurissent point dans l'air doivent donc cette propriété à cette circonstance que la tension de la vapeur qu'ils émettent aux températures ordinaires est toujours inférieure à celle que possède habituellement la vapeur d'eau contenue dans l'air; ces mêmes sels s'effleurissent dès qu'ils sont placés dans une atmosphère où la force élastique de la vapeur d'eau est plus faible que celle de la vapeur qu'ils émettent à la température de l'expérience.

» Si l'on chauffe un sel hydraté, du sulfate de soude ordinaire ($NaO, SO^3 + 10HO$), par exemple, à la température de 33 degrés à laquelle il fond, on observe qu'il n'y a point de changement dans la tension de la vapeur d'eau pendant toute la durée de la fusion; il en est de même pour le carbonate de soude ordinaire ($NaO, CO^2 + 10HO$) à la température de 34°,5 et l'hyposulfite de soude contenant cinq équivalents d'eau vers 48 degrés.

» La fusion de ces sels hydratés ressemble donc à celle de la glace, qui s'o-

père sans variation dans la tension de vapeur comme l'a démontré autrefois Gay-Lussac. Ce rapprochement est tout naturel pour un sel comme l'hyposulfite, qui fond d'une manière complète vers 48 degrés en donnant un liquide capable de surfusion comme l'eau elle-même lorsqu'elle est refroidie dans des conditions convenables; mais, pour le sulfate de soude, le phénomène aurait pu être différent, car ce sel fournit, à 33 degrés et au-dessus, un liquide au fond duquel il se dépose toujours une certaine quantité de sulfate anhydre. Ce changement dans la constitution du sel, qui se manifeste lors de la fusion à 33 degrés, n'est donc pas accusé à cette température par une variation de force élastique.

» L'efflorescence des sels diffère par une particularité remarquable du phénomène de dissociation du carbonate de chaux que j'ai étudié dans ma première communication (1). Je rappellerai que cette matière, chauffée à une température suffisante, se décompose, mais que cette décomposition s'arrête lorsque l'acide carbonique dégagé a pris dans l'appareil une tension qui dépend seulement de la température de l'expérience et non de la quantité de carbonate de chaux décomposé. La tension de la vapeur émise par un sel efflorescent n'est pas, à une température donnée, absolument indépendante de la proportion d'eau qui reste dans le sel.

» Si l'on opère sur le phosphate de soude du commerce

$$(2NaO, HO, PhO^5 + 24HO)$$

qui perd par son exposition à l'air une grande partie de son eau d'ydratation, on constate que la tension du sel est d'abord indépendante de son état d'effleurissement. Ainsi un sel contenant toute son eau (62,8 pour 100) et un sel effleuri qui n'en contenait plus que 53 à 54 pour 100 ont donné exactement la même tension de vapeurs. Mais si l'on descend au-dessous de 50 pour 100, ce qui correspond sensiblement à l'hydrate

$$(2NaO, HO, PhO^5 + 14HO)$$

que l'on obtient en faisant cristalliser le sel au-dessus de 31 degrés, la tension de la vapeur d'eau est beaucoup moindre. J'ai pu le constater avec un sel contenant 49,5 pour 100 d'eau, que je comparais dans les mêmes conditions de température aux deux précédents.

» Le phosphate de soude ordinaire se comporte donc, dans la première phase de sa décomposition, comme une combinaison d'eau et de phosphate à 14 équivalents d'eau d'hydratation. Cette combinaison se dissocie de la

---

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, séance du 18 mars 1867.

même manière que le carbonate de chaux, c'est-à-dire en émettant de la vapeur d'eau de tension constante à une température donnée, quelle que soit d'ailleurs la proportion d'eau et de phosphate à 14 équivalents d'eau existant dans le sel effleuri. Cette première phase terminée, le sel à 14 équivalents d'eau se dissocie à son tour, mais avec une tension moindre.

» La différence existant entre la décomposition des sels hydratés et celle du carbonate de chaux tient donc à ce qu'il n'existe pas de combinaisons intermédiaires entre la chaux et le carbonate de chaux, comme il en existe entre le sel anhydre et le composé le plus hydraté. On voit aussi qu'une étude approfondie de la tension de vapeurs des sels hydratés permettrait de reconnaître les divers hydrates qu'un même sel est susceptible de fournir.

» J'ai dit en commençant cette Note qu'un sel hydraté, chauffé à une température t, prenait toujours une tension f, correspondante à la température; il y a une restriction toute naturelle à cette règle. Supposons, par exemple, qu'on chauffe d'abord du sulfate de soude à plus de 33 degrés, et qu'on ramène ensuite le sel à 15 degrés, la tension observée à cette température sera alors bien plus forte que pour le sel fondu. C'est qu'en effet le sel à 10 équivalents d'eau est remplacé, au moins pendant quelque temps, par du sulfate anhydre ou à un degré moindre d'hydratation que le sel ordinaire, qui s'est déposé au fond d'une dissolution nécessairement plus riche en eau que le sel ordinaire. Il est naturel que cette dissolution ait, à une température donnée, une tension supérieure à celle du sel ordinaire à la même température. La température à 33 degrés ferait seule exception, comme je l'ai dit plus haut.

» Je ne puis indiquer ici, faute d'espace, ni les appareils qui m'ont servi dans mes recherches, ni les valeurs numériques des tensions de vapeur des divers sels sur lesquels j'ai opéré. Je me bornerai seulement à transcrire celles qui sont relatives au phosphate de soude.

	Phosphate de soude contenant de 14 à 24 HO.		Phosphate contenant un peu moins de 14 HO.	
Températures.	f	$\frac{f}{F}$	f	$\frac{f}{F}$
°	mm		mm	
12,3	7,4	0,694	4,8	0,452
16,3	9,9	0,717	6,9	0,500
20,7	14,1	0,776	9,4	0,517
24,9	18,2	0,777	12,9	0,551
31,5	30,2	0,819	21,3	0,618
36,4 (le sel est fondu).	39,5	0,877	30,5	0,678
40,0	50,0	0,901	41,2	0,750

» Dans ce tableau j'ai placé, à côté de la tension de la vapeur d'eau émise par le sel, évaluée en millimètres, le rapport $\frac{f}{F}$ de cette tension à la tension maximum de la vapeur d'eau à la même température. Ce rapport mesure l'état hygrométrique d'un espace limité dans lequel s'effleurit une quantité suffisante de sel à la température correspondante à f. On voit pour les deux phosphates que cet état hygrométrique croît d'une manière régulière avec la température. C'est un fait qui paraît général pour les sels hydratés, du moins au-dessus de 12 à 15 degrés, et il est facile de le vérifier avec un hygromètre à cheveu que l'on place, avec le sel à étudier, dans une grande éprouvette fermée par un obturateur; on constate que ses indications suivent régulièrement la marche de la température à laquelle on maintient successivement l'appareil. »

ÉLECTRICITÉ. — *Note relative à une réclamation de* M. Wartmann *à propos du rétablissement spontané de l'arc voltaïque après une extinction d'une courte durée; par* **M. F.-P. Le Roux.**

« Dans une première Note présentée à l'Académie, le 30 décembre dernier, j'ai exposé le fait du rétablissement de l'arc voltaïque après une extinction d'une courte durée, et j'ai cherché à analyser les circonstances de ce phénomène pour en donner l'explication la plus plausible. Dans une seconde Note présentée le 6 janvier, j'ai annoncé que, conformément à mes prévisions, il était possible d'utiliser ce fait pour obtenir la division de la lumière électrique en lançant le courant alternativement dans plusieurs appareils.

» M. Wartmann, de Genève, a adressé à l'Académie une réclamation de priorité relative à l'observation du fait principal. Si j'eusse connu l'observation de M. Wartmann, je n'eusse pas manqué de la citer, tant pour rendre à chacun ce qui lui est dû que pour faire ressortir la différence qui existe entre les explications proposées par chacun de nous. C'est ce que je demande à l'Académie la permission de faire aujourd'hui, en même temps que de préciser la portée de la réclamation de M. Wartmann, dont les termes assez vagues ont pu faire croire à plus d'une personne que ce physicien aurait opéré avant moi la division de la lumière électrique par la méthode que j'ai décrite.

» Dans ses recherches sur l'éclairage électrique, M. Wartmann plaçait plusieurs appareils régulateurs dans le même circuit les uns à la suite des

autres ; pour prévenir l'objection que l'extinction d'un seul de ces régulateurs amènerait celle de tous les autres, M. Wartmann dit : « Mais j'ai » constaté qu'il est possible de suspendre la circulation de l'électricité » pendant $\frac{1}{20}$ de seconde *sans que l'arc s'évanouisse* (1). »

» Voilà tout ce qui, à ma connaissance, a été publié par M. Wartmann sur ce sujet : ainsi qu'on peut le voir, il n'est pas question de la division de la lumière électrique par le moyen que j'ai indiqué. Quant au fond de la question, il faut remarquer combien nous différons, M. Wartmann et moi : il dit qu'*on peut suspendre le courant sans que l'arc s'évanouisse*, tandis que j'ai dit qu'il y avait *cessation*, *puis rétablissement spontané de l'arc*. Le physicien genevois pense qu'il reste pendant un certain temps après l'interruption du courant des particules solides intercalées entre les deux pôles, tandis que c'est par la conductibilité des gaz échauffés que j'explique le rétablissement de l'arc.

» Maintenant que l'attention est attirée sur cette question, on ne manquera sans doute pas de reconnaître que plus d'une personne aura eu l'occasion de l'entrevoir. C'est ainsi qu'en faisant des recherches relatives à la réclamation de M. Wartmann, j'ai remarqué ces quelques lignes de M. de la Rive : « Si l'on place deux tiges de fer doux servant d'électrodes chacune dans une bobine formée d'un gros fil de cuivre, l'arc voltaïque qui a lieu entre les deux pointes cesse au moment où l'on aimante les tiges de fer en faisant passer un fort courant dans les bobines, et il *recommence* si l'on a soin d'interrompre ce courant avant que les pointes se soient refroidies (2). » Il est bien évident que M. de la Rive s'est trouvé, avant M. Wartmann et moi, sur la trace du phénomène, et que s'il avait pensé à abstraire certaines circonstances de l'expérience que je viens de rapporter et à remplacer les tiges de fer par des tiges de charbon, il eût pu dès lors arriver à signaler comme un fait général le rétablissement spontané de l'arc voltaïque après une extinction d'une courte durée. »

---

(1) *Bibliothèque universelle de Genève, Archives des Sciences physiques et naturelles*, t. 36, p. 325 ; année 1857.

(2) De la Rive, *Traité d'électricité*, t. II, p. 238 ; Paris, 1856.

OPTIQUE MINÉRALOGIQUE. — *Sur la forme clinorhombique à laquelle on doit rapporter l'harmotome et la Wöhlérite, d'après de nouvelles recherches sur la dispersion de leurs axes optiques.* Mémoire de **M. Des Cloizeaux**, présenté par M. Fizeau. (Extrait par l'auteur.)

« On connaît maintenant un assez grand nombre de substances naturelles ou artificielles dont la forme cristalline n'a pu être déterminée exactement que par l'examen de leurs propriétés optiques biréfringentes. L'harmotome et la Wöhlérite nous fournissent deux nouveaux exemples, qui prouvent d'autant mieux la nécessité de cet examen que les cristaux de ces deux minéraux paraissent réellement dériver d'un prisme rhomboïdal droit, aussi bien par l'apparente symétrie de leurs formes extérieures que par l'orientation du plan où sont situés leurs axes optiques. Les dispersions de divers genres que ces axes sont susceptibles de présenter sont si faibles et si difficilement appréciables, par suite du peu de transparence des cristaux de Wöhlérite et de la structure complexe des cristaux d'harmotome, que leur observation avait été trop incomplète jusqu'à ces derniers temps pour permettre d'en rien conclure sur le système cristallin qu'elles peuvent servir à caractériser.

» M. Axel Gadolin ayant fait remarquer, dans un Mémoire *sur la déduction d'un seul principe de tous les systèmes cristallographiques* (*), que l'harmotome pourrait bien appartenir au type clinorhombique, j'ai été conduit à chercher une vérification expérimentale de cette idée théorique par l'étude attentive des phénomènes de dispersion.

» D'après les résultats que j'ai obtenus, d'abord sur l'harmotome et ensuite sur la Wöhlérite, j'ai dû changer le système cristallin auquel on rapportait généralement ces deux minéraux, et que j'avais moi-même adopté dans mon *Manuel de Minéralogie*.

» *Harmotome.* — Après avoir montré, dès 1858, que tous les cristaux d'harmotome sans exception étaient maclés, j'avais proposé de les faire dériver d'un prisme rhomboïdal droit de 120° 47′, ayant ses axes optiques compris dans le plan des petites diagonales de ses bases; il fallait alors admettre que leurs formes offraient une sorte d'hémimorphie qui laissait subsister une seule moitié de l'octaèdre rhomboïdal fondamental, composée de quatre faces parallèles deux à deux et situées dans une même zone. J'avais aussi annoncé que la dispersion *propre* des axes optiques était à peu près nulle, et, grâce aux macles intérieures et à la transparence imparfaite

(*) *Mémoires de la Société des Sciences de Finlande*, année 1867.

de mes premières plaques, je n'avais reconnu aucune des dispersions caractéristiques des cristaux clinorhombiques. Mais, ayant soumis récemment au microscope polarisant des lames de *morvénite* d'Écosse, bien transparentes et normales à la bissectrice de l'angle aigu des axes optiques, j'ai pu y constater, dans l'air et dans l'huile, une dispersion *tournante* assez notable. Les cristaux d'harmotome doivent donc être rapportés à un prisme rhomboïdal oblique qui n'offre plus les formes hémimorphes dont M. Gadolin conteste la possibilité dans son Mémoire. En désignant par m les faces latérales de la forme primitive, par p sa base, par h^1 le plan qui passe par les diagonales horizontales des deux bases et par g^1 le plan de symétrie, on a :

$mm = 120°1'$, $ph^1 = 124°50'$,
$pm = 119°39'$, $h^1{}_{,}y = 110°20'$, dans les macles.
$b : h :: 1000 : 1007,00$ $D = 818,02$ $d = 575,19$.

» Il existe un clivage facile et assez net suivant g^1, et un clivage moins facile suivant p.

» Le plan des axes optiques et leur bissectrice *aiguë* positive sont perpendiculaires au plan de symétrie. Par suite des macles, ce plan porte des stries croisées appartenant à quatre systèmes parallèles deux à deux et se rencontrant vers le centre sous forme de losange; il est donc toujours facile à reconnaître.

» Le plan des axes correspondant aux rayons rouges et le plan des axes correspondant aux rayons bleus font des angles d'environ :

Rayons rouges.	Rayons bleus.	
25°42'	25°5'	avec une normale à p,
29°28'	30°5'	avec une normale à h^1.

» Il y a donc un écart d'environ 0°37' entre ces deux plans, ce qui explique la légère dispersion *tournante* dont j'ai parlé plus haut.

» Des plaques, à axes assez rapprochés pour montrer dans l'air plus de la moitié de l'anneau central de chaque système, ont été placées dans l'étuve de mon microscope, de manière à présenter leurs axes optiques dans un plan horizontal. En les chauffant, on a vu que la barre transversale d'un des systèmes d'anneaux s'élevait au-dessus de ce plan, tandis que la barre de l'autre système s'abaissait de la même quantité. Le phénomène que j'avais signalé (1) comme une sorte d'anomalie n'est donc autre chose

(1) Nouvelles recherches sur les propriétés optiques des cristaux naturels ou artificiels, insérées dans les *Mémoires présentés par divers savants à l'Institut impérial de France*, t. XVIII, année 1867.

qu'une rotation du plan des axes produite par une élévation de température, et semblable à celle que j'ai pu mesurer dans le borax; seulement, d'après des expériences variées, les cristaux d'harmotome offrent, entre le moment où se produit le déplacement du plan de leurs axes et celui où la température change, un retard considérable dû à des causes probablement assez complexes, encore à chercher, et qui n'a été observé jusqu'à ce jour dans aucune autre substance.

» *Wöhlérite.* — Dans mon *Manuel de Minéralogie*, j'ai décrit les cristaux de Wöhlérite comme pouvant se dériver d'un prisme rhomboïdal droit très-voisin de 90 degrés, où le plan des petites diagonales des bases contenait les axes optiques; ce prisme paraissait offrir un certain nombre de formes homoèdres, associées à des formes hémimorphes analogues à celles que j'avais admises dans l'harmotome.

» Les cristaux isolés de Wöhlérite étant fort rares à l'époque de la publication de mon Manuel, je n'avais pu les soumettre qu'à un petit nombre d'observations optiques. A la suite de mon nouvel examen des cristaux d'harmotome, j'ai repris celui de la Wöhlérite, dont plusieurs échantillons m'ont été envoyés par M. Nordenskiöld. Ces cristaux sont peu transparents, même en lames très-minces, et leurs axes optiques sont trop écartés pour être aperçus dans l'air. Malgré ces conditions défavorables, je suis parvenu à observer dans l'huile une très-faible dispersion *horizontale* sur les lames normales à la bissectrice *aiguë*, et une dispersion *tournante* un peu plus marquée sur les lames normales à la bissectrice *obtuse*. Les cristaux de Wöhlérite ont donc bien pour forme primitive un prisme rhomboïdal oblique, dont le plan de symétrie est perpendiculaire au plan des axes optiques, quoique des faces presque identiques par leurs incidences, placées en avant et en arrière de l'axe cristallographique vertical, leur donnent tout à fait une apparence rhombique.

» La bissectrice de l'angle aigu que les axes optiques font entre eux est *négative* et normale à la diagonale horizontale de la base. Il existe un clivage facile suivant le plan de symétrie et des clivages difficiles suivant les faces latérales m et suivant le plan h^1. La forme primitive est déterminée par les données suivantes :

$$mm = 90^\circ 14', \quad o^1 h^1 = 136^\circ 42',$$
$$pm = 103^\circ 31', \quad ph^1 = 109^\circ 15',$$
$$b : h :: 1000 : 487{,}8112 \quad D = 687{,}8636 \quad d = 725{,}7450.$$

» Le plan des axes *moyens* est sensiblement parallèle à o^1. L'angle entre

le plan des axes *rouges* et le plan des axes *bleus* est trop petit pour avoir pu être déterminé directement. L'écartement des axes optiques varie avec les échantillons et même avec les plages d'un même échantillon.

» Des lames prises normalement aux deux bissectrices sur deux cristaux différents m'ont en effet donné, pour l'angle apparent dans l'huile et pour l'angle réel des axes :

Premier cristal.

$2H_a = 85°41'$, $2H_o = 139°\ 3'$, d'où $2V = 71°56'$, $\beta = 1,69$ ray. rouges.
$2H_a = 86°12'$, $2H_o = 138°32'$, d'où $2V = 72°18'$, $\beta = 1,71$ ray. bleus.

Deuxième cristal.

$2H_a = 86°24'$, $2H_o = 144°24'$, d'où $2V = 71°26'$, $\beta = 1,72$ ray. rouges.
$2H_a = 87°30'$, $2H_o = 144°\ 8'$, d'où $2V = 72°\ 1'$, $\beta = 1,74$ ray. bleus.

Sur les premières lames citées dans mon Manuel, j'avais trouvé :

$$2V = 76°10' \text{ ray. rouges}, \quad 77°2' \text{ ray. bleus}.$$

» La dispersion *propre* des axes optiques, faible dans l'huile et à l'intérieur des cristaux, avec $\rho < \nu$, est au contraire très-forte dans l'air; car, sur le premier cristal, les axes *rouges* ont un écartement apparent dans l'air de 170° 53', tandis que les axes *bleus* éprouvent la réflexion totale. »

PHYSIOLOGIE. — *Phénomènes intimes de la contraction musculaire.* Note de **M. Marey**, présentée par M. Claude Bernard.

« Dans une suite de Mémoires que l'Académie a couronnés l'année dernière, je crois avoir établi que la contraction d'un muscle est un phénomène complexe vibratoire pour ainsi dire, et qu'elle se compose d'une série de secousses, semblables chacune au mouvement que l'on provoquerait en faisant agir une excitation électrique sur un nerf moteur. Des graphiques annexés aux *Comptes rendus* (t. LXII, p. 1175) montrent que, sous l'influence d'une série d'excitations électriques de plus en plus fréquentes, les secousses musculaires successives s'ajoutent partiellement les unes aux autres, s'affaiblissent peu à peu et finissent par s'éteindre, fusionnées dans l'état d'immobilité apparente du muscle tétanisé.

» Mais à l'époque où je publiais ces premiers résultats, je n'avais pas d'idée bien arrêtée sur le mécanisme intime de l'acte musculaire, sur la cause immédiate de la production du tétanos, dont je signalais seulement la

manifestation extérieure, c'est-à-dire le raccourcissement saccadé, puis uniforme, du muscle.

» Cette cause prochaine de raccourcissement du muscle, c'est la production de l'*onde musculaire* que je vais décrire.

» Depuis longtemps l'attention des observateurs a été attirée sur ces petits mouvements fibrillaires qu'on voit se passer sur un muscle récemment détaché d'un animal vivant. Haller, Baglivi, Dumas, Ficinus reconnurent que des ondes se forment sur les fibres musculaires et voyagent suivant la longueur de ces fibres. Mais ces auteurs, qui s'accordent pour admettre l'existence des ondes, sont en désaccord quand il s'agit de déterminer le sens dans lequel elles se meuvent, tant il est difficile de saisir à l'œil nu ces mouvements rapides et fugitifs.

» C'est en examinant au microscope les muscles des insectes vivants qu'on saisit le mieux la formation et le transport de l'onde musculaire. Sur les pattes de jeunes araignées, Aeby vit se former cette onde, au point où le nerf moteur s'applique sur la fibre d'un muscle. L'onde consiste en un tassement des disques de Bowman, qui renfle la fibre en diminuant sa longueur. Aeby vit qu'après s'être formée l'onde se partage en deux autres qui cheminent chacune rapidement vers les extrémités de la fibre.

» Enfin il reconnut que, si l'on applique l'excitation électrique sur un point d'un muscle, on y provoque un gonflement local de la substance musculaire par la formation d'ondes au niveau du point excité, et que ce gonflement chemine dans les autres parties du muscle avec une vitesse d'environ 1 mètre par seconde.

» Les faits signalés par Aeby, et dont j'ai pu vérifier la parfaite exactitude, expliquent le mécanisme de ce raccourcissement subit d'un muscle auquel on applique une excitation électrique, raccourcissement brusque et de courte durée que j'ai appelé *secousse musculaire*.

» Mais si j'ai réussi à prouver que la contraction est formée d'une série de secousses musculaires fusionnées entre elles, il faut admettre qu'une série d'ondes peut se former sur chaque fibre d'un muscle, cheminant les unes à la suite des autres vers les deux extrémités de cette fibre. Il faut en outre expliquer comment tous ces petits mouvements successifs s'ajoutent les uns aux autres, et disparaissent dans le raccourcissement permanent du muscle qui reste immobile dans sa contraction.

» Le premier point est facile à démontrer par la myographie, qui fait voir qu'un muscle excité à l'une de ses extrémités peut être le siége d'une série

d'ondes coexistantes, qui se suivent les unes les autres en se pressant vers l'autre extrémité du muscle.

» Le second point, c'est-à-dire la fusion des secousses que chaque onde provoque s'explique par des considérations tirées de la nature de l'élasticité musculaire sur lesquelles je vais avoir à insister.

» Les muscles sont élastiques ; leur extensibilité est même assez grande à l'état de repos ; mais cette extensibilité s'accroît encore lorsque le muscle est mis en état de raccourcissement par des excitations électriques. Il ne s'ensuit pas, comme le croyait Weber, qu'un muscle suspendu par l'une de ses extrémités et chargé à l'autre d'un poids puisse devenir réellement plus long s'il est excité que s'il est au repos. Mes expériences sur ce point m'ont fait voir que le muscle s'allongera davantage par rapport à sa longueur actuelle, si on le charge d'un poids après l'avoir mis en raccourcissement tétanique; mais il restera toutefois plus court que s'il était au repos sous la même charge.

» Ainsi défini, l'accroissement de l'extensibilité d'un muscle par le tétanos n'a plus rien de paradoxal ; il s'explique au contraire très-bien par ce que nous savons du mécanisme du raccourcissement musculaire. En effet, puisque le raccourcissement d'un muscle est produit par des ondes qui se forment sur chacune de ses fibres, lorsqu'il y aura beaucoup d'ondes semblables dans ce muscle, il suffira, pour l'allonger, de déplisser pour ainsi dire ces ondes et de ramener les fibres à leur forme cylindrique ou de repos. Les fibres cylindriques au repos ont au contraire besoin, pour s'allonger, d'une traction assez forte pour changer l'état moléculaire de leur tissu. Du reste, ce point de théorie n'est pas indispensable, puisqu'on peut démontrer expérimentalement ce fait qu'un muscle, en se contractant, devient plus extensible. Ce fait va nous expliquer comment des ondes successives éteignent de plus en plus les secousses qu'elles provoquent, jusqu'à ce que soit atteinte l'immobilité du muscle en tétanos absolu.

» Prenons le cas *d'une premiere onde* qui se forme sur une fibre musculaire. Aussitôt que l'onde est produite, c'est-à-dire au bout de quelques centièmes de seconde, la force qui tend à découvrir le muscle est engendrée, elle restera invariable pendant tout le parcours de l'onde et jusqu'à sa disparition.

» Cette force instantanée se décomposera de la manière suivante : une partie agira directement sur le point d'attache mobile du muscle et déplacera quelque peu le fardeau à mouvoir, mais l'autre partie sera employée à

tendre la fibre elle-même et à lui donner une force élastique qui sera restituée plus tard sous forme de traction plus lente.

» Si une *deuxième* se produit pendant que la première chemine, et rend par sa présence la fibre plus extensible, cette nouvelle force se décomposera comme la première, mais cette fois l'effet direct et instantané sera plus faible que tout à l'heure, parce que l'extensibilité plus grande de la fibre aura absorbé une plus grande partie de la force développée.

» Pour une troisième onde, la force directe sera encore plus atténuée; elle le sera encore plus pour une quatrième et ainsi de suite, de sorte que la force directe de toute onde nouvelle s'éteindra d'autant mieux qu'il existera sur la fibre un plus grand nombre d'ondes déjà formées. Pour que cette consistance de l'onde puisse se produire, il faut que les excitations se suivent de très-près, de sorte que la première onde n'ait pas encore disparu quand la vingtième ou la trentième se forme. Voilà pourquoi l'immobilité du muscle en tétanos ou en contraction volontaire nécessite un grand nombre de secousses par secondes; vingt-sept au moins sont nécessaires sur mes muscles.

» Telle me semble être la théorie de la fusion des secousses et de la contraction permanente. C'est la transformation d'une série de forces instantanées et successives en une force élastique continue et uniforme. J'exposerai dans une prochaine Note comment cette transformation du mouvement par l'élasticité du muscle est favorable à la production du travail mécanique. »

GÉOLOGIE. — *Faits pour servir à l'histoire éruptive du Vésuve*, par **M. L. Palmieri**. (Extrait d'une Lettre à M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

« Naples, 20 janvier 1868.

» Depuis ma dernière Lettre (1), l'éruption du Vésuve s'est continuée avec des phases peu marquées d'accroissement et de décroissement : actuellement il semble qu'elle veuille s'arrêter, car le nouveau cône se montre beaucoup moins actif et commence à se recouvrir de sublimations. Les laves sortent peu abondantes, et les deux instruments qui indiquent, avec une grande précision, les phases de l'éruption, le sismographe électro-magnétique et l'appareil de variation de Lamont, sont moins agités.

» Les coulées de lave sont descendues par le grand cône du Vésuve en

---

(1) Voir *Comptes rendus*, séance du 25 novembre 1867.

diverses directions, de sorte que, du flanc oriental au flanc occidental, en passant par le nord, le cône est sillonné d'environ vingt courants de lave. Les plus considérables et ceux qui ont coulé le plus longtemps sont, sur le flanc oriental, ceux qui ont atteint les *cognoli di Ottajano*, et sur le flanc occidental, ceux qui sont passés derrière le monticule resté à la base du cône de 1858 : ces derniers se sont divisés en deux branches, dont l'une, suivant les *canteroni*, s'est étendue presque jusqu'au pied de l'Observatoire, et dont l'autre, se dirigeant vers la Favorite et Torre del Greco, coule encore sur les laves de 1822.

» Toutes ces laves sont du genre de celles qui se recouvrent immédiatement de nombreuses scories incohérentes, et que les guides appellent ferrugineuses (*ferrugine*) : elles contiennent de petits amphigènes et presque point de pyroxène.

» J'ai examiné à plusieurs reprises les vapeurs que ces laves rejettent en abondance, et elles n'ont présenté ni réaction acide, ni réaction alcaline. Mais les nombreuses fumerolles répandues sur leur surface ont donné depuis quelques jours de l'acide chlorhydrique et de l'acide sulfureux. Je n'ai point encore remarqué l'hydrogène sulfuré.

» Les sublimations, au début, étaient presque exclusivement de sel marin et de cuivre oxydé (*ténorite*); mais, depuis, les parties les moins chaudes des fumerolles se sont colorées en vert par le chlorure de cuivre. Le chlorure de fer cette fois ne s'est pas montré; mais, en revanche, le chlorure de cuivre est presque toujours accompagné de chlorure de plomb (*cotunnite*).

» L'air de ces fumerolles est très-pauvre en oxygène, dont la proportion n'atteint parfois que 13 pour 100. Cet oxygène n'aurait-il pas été employé à la formation de l'oxyde de cuivre?

» Bien qu'il soit aujourd'hui démontré que le sel ammoniac se produit, non-seulement dans les lieux bas, où les laves s'étendent sur les terres cultivées, mais aussi sur la cime du Vésuve, néanmoins on doit remarquer que, partout où elles brûlent les arbres, le sel ammoniac est plus abondant sur les fumerolles. En effet, toutes les fumerolles de la lave qui, en passant au-dessous des *canteroni*, a brûlé les plantes qui recouvraient cette colline, ont déjà donné le sel ammoniac, que je n'ai point encore trouvé sur les autres fumerolles.

» Il me reste encore beaucoup à faire, et lorsque j'aurai terminé, je vous écrirai sans doute de nouveau. J'ajoute seulement que, jusqu'à ce moment, il ne s'est encore manifesté aucune mofette. »

M. Ch. Sainte-Claire Deville présente, au sujet de cette Lettre, les réflexions suivantes :

« Les personnes qui veulent bien suivre et encourager les efforts que je fais, depuis treize ans bientôt, pour introduire l'idée d'ordre et de succession dans ce chaos apparent des émanations volcaniques remarqueront sans doute avec moi combien les observations si nettement présentées de M. le professeur Palmieri viennent à l'appui de ces considérations.

» On voit, en effet, *au début de l'éruption*, des émanations *neutres* entraînant un *air très-appauvri en oxygène* et déposant presque exclusivement des chlorures alcalins, recouverts bientôt d'une légère couche de cuivre chloruré ou oxydé. C'est la première phase, ou celle des *fumerolles sèches*.

» Puis, *quelques jours après* et dans les *parties les plus refroidies* se manifestent les acides chlorhydrique et sulfureux, certainement accompagnés de vapeurs d'eau. Et le carbonate d'ammoniaque, qui semble bien, en effet, avoir deux origines différentes, s'y transforme naturellement en chlorhydrate. C'est la seconde phase, ou celle des *émanations chlorhydrosulfureuses*.

» Mais, en général, l'acide sulfhydrique ne s'est pas encore montré, ni l'acide carbonique ou l'hydrogène carboné des mofettes.

» Cela signifie qu'au moment où écrivait l'auteur de la Lettre, l'ensemble des laves n'avait pas encore atteint la troisième phase des *émanations sulfurées*, moins encore celle des *émanations carburées*.

» L'ordre de succession qui se reproduit ici est donc le même que celui que j'avais observé au Vésuve en 1855 et 1861, et que M. Fouqué a retrouvé à l'Etna, en 1865. »

M. Pfeiffer adresse, de San-Francisco, une Note relative à un « Procédé pour obtenir le relief stéréoscopique ».

M. Grimaud, de Caux, adresse à l'Académie une Lettre destinée à exposer les droits qu'il pense avoir à une partie du prix Bréant. A l'appui de sa réclamation, l'auteur présente les considérations suivantes :

« Lorsqu'en 1832 le choléra fit son apparition en Europe, on ne voulut pas croire à sa transportation et à sa transmission.

» En 1865, quand la maladie envahit la ville de Marseille, la population, accablée, fit entendre un gémissement qui retentit jusqu'à Paris. Il fut répondu à M. le Sénateur de Maupas, alors chargé de l'administration du

département des Bouches-du-Rhône, que les craintes de la population *étaient réprouvées par la science*, et qu'*aucun fait récent* ne les justifiait.

» Dans ces circonstances, je posai devant l'Académie la question des quarantaines (21 août 1855), et je me rendis au milieu du foyer de l'épidémie. La mortalité allait toujours croissant : un tiers et plus de la population (103000 habitants) avait émigré; il y avait 1 mort sur 2000 habitants, tandis qu'en temps ordinaire on en compte seulement 1 sur 10 000.

» Mes recherches avaient un but unique : remonter à l'origine de l'épidémie. Je recueillis des faits probants et authentiques : je les rendis immédiatement de notoriété publique. Je démontrai que la maladie avait été portée par des pèlerins arabes venus directement de la Mecque à Marseille. J'en écrivis de Marseille même à l'Académie, et, l'Académie convaincue (1) aussi bien que le Gouvernement, un décret impérial fut rendu, après mûres réflexions, pour modifier le régime sanitaire dans le sens de la solution que j'avais donnée du problème nettement posé dans ma Note du 21 août.

» L'Académie m'honora alors du témoignage le plus glorieux qu'un homme puisse ambitionner.

» Qu'il me soit permis aujourd'hui de lui soumettre les considérations suivantes.

» La solution complète du problème relatif au choléra renferme trois questions fondamentales : 1° quelle est la cause du choléra? 2° quel est son remède spécifique? 3° le choléra est-il transmissible? Celui qui résoudrait ces trois questions aurait un droit incontestable à la totalité du prix Bréant.

» Je crois avoir résolu la troisième...... »

M. Dubois adresse un travail qui a pour titre : « Note sur le rapport qui existe entre les rayons équatorial et polaire de notre atmosphère : conséquence que l'on en déduit sur la hauteur de l'atmosphère aux pôles ».

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures. E. D. B.

---

(1) Il existe une Lettre de M. le Maire de Marseille pour remercier M. Chevreul du langage qu'il a fait entendre à cette occasion à l'Académie. L'illustre Académicien l'a mentionnée lui-même dans les *Comptes rendus*.